

А.О. Боцман
К.В. Доля, к.т.н.
О.Є. Доля, к.т.н.
С.Е. Лифенко

Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова

Визначення гравітаційної моделі та її параметрів для прогнозування кількості відвідувачів торговельних об'єктів на прикладі міста Харків

Розглянуто сучасні наукові підходи у прогнозуванні із застосуванням теорії гравітації. Встановлено, що нині визначення обсягів потенційних відвідувачів розбірних об'єктів торгівлі досліджено не повною мірою. Висунуто гіпотезу про проведення відповідного розрахунку із застосуванням запропонованої у роботі гравітаційної моделі. Запропонована модель враховує регіональні особливості об'єкта дослідження й спирається на врахування факторів віддаленості від споживача та характеристик торговельних об'єктів, а також стан розвитку конкретності у середовищі. Застосування запропонованої моделі довело можливість визначити параметри її емпіричних складових, чим забезпечено проведення розрахунків значень обсягів потенційних відвідувачів розбірних об'єктів торгівлі. Порівнянням розрахункових та дійсних кількісних показників доведено, що запропонована модель припускає похибку у 3,7 %. Це підтвердило висунуту гіпотезу про можливість застосування гравітаційних підходів при прогнозуванні кількісних показників обсягів відвідувачів розбірних об'єктів торгівлі із врахуванням територіальних особливостей.

Ключові слова: гравітаційна модель; кількість покупців; об'єкти торгівлі; торговельна мережа; споживач; попит; конкуренція.

Постановка проблеми. Сучасні вимоги до якості забезпечення можливості реалізації соціально-економічних потреб суспільством передбачають урахування факторів територіальної доступності послуги, варіативності вибору між товарами, якості пропонованих послуг й виважених рішень вартісної політики [1]. Умови існування сектору реалізації потреб громади із задоволення побутово-розважального попиту є ринковими [2]. Це призводить до необхідності планування базових показників функціонування торговельних закладів [3]. До таких показників належать: кількість відвідувачів, сума середнього чеку, їхня кількість тощо [3].

При цьому, сума середнього чеку в роботах [4] визначена похідною від рівня соціально-економічного розвитку населення конкретного регіону. В роботах [5] цей рівень запропоновано розглядати, відповідно до ВВП на душу населення. У роботах [6] визначено кількість відвідувачів у період часу таким показником, який у свою чергу можна використовувати для прогнозування кількості реалізованих покупок у даний проміжок часу.

Авторами робіт [7] розглядається прогнозування кількості відвідувачів базуючись на кількості населення в регіоні. В роботі авторів [8] розкрито питання наявності об'єктів надання споживчих послуг – конкурентів. У 2012 році авторами роботи [9] запропоновано модель прогнозування кількості відвідувачів торговельного об'єкта у період часу. В працях [4] науковці визначили прогнозування кількісних параметрів відвідувачів, в якості базового при плануванні грошових потоків торговельних об'єктів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На сьогодні відомо цілий ряд розроблених моделей, які отримали назву «моделі просторової взаємодії» для вивчення поведінки споживачів при виборі магазину, з урахуванням факторів споживчих переваг, територіального розташування магазину та конкурентного середовища. В свою чергу ці моделі поділяють на дві групи – географічні та ймовірнісні.

Серед географічних моделей широку популярність придбала модель «центральної точки» [10, 11], що використовується для оцінки торгових зон роздрібних магазинів у межах міста. Застосування цієї моделі дозволяє проаналізувати розподіл території міста на торгові зони, з урахуванням розміру конкуруючих магазинів.

Також відома модель роздрібно-гравітації Рейлі [12] чи «Закон роздрібно-гравітації Рейлі». Між магазинами А і В знаходиться район С. Кількість покупців, що прийшли з району С в магазин А чи В за покупками, є прямо пропорційною розміру торговельної площі магазину та обернено пропорційною квадрату відстані до магазину, тобто співвідношення має вигляд (1):

$$\frac{R_A}{R_B} = \left(\frac{P_A}{P_B} \right)^1 \left(\frac{D_B}{D_A} \right)^2, \quad (1)$$

де $R_{A,B}$ – кількість людей, що їздять за покупками з району С в магазин А та В відповідно;

$P_{A,B}$ – торгова площа магазину А та В відповідно;

$D_{A,B}$ – відстань від району С до магазинів А та В відповідно;

1, 2 – емпіричні фіксовані коефіцієнти.

Даний підхід отримав розвиток у моделі Рейлі-Конверсе [13]. Дана модель дозволяє знайти так звану точку «байдужості» між двома магазинами, з якої покупець з однаковою ймовірністю піде до будь-якого з двох розглянутих магазинів.

Географічна модель просторового взаємодії Бетті [14] слугує для поділу території міста на торгові зони магазинів, з урахуванням їх привабливості для покупців на основі опитувань, дані яких обробляються за допомогою регресійного аналізу. При визначенні кордону торгової зони за допомогою полігонів Тіссена, для кожного магазину враховуються два параметри – відстань від місця проживання покупця до магазину та оцінка привабливості магазину.

З урахуванням підходу Рейлі формула знаходження граничної точки двох торгових зон у моделі Бетті має вигляд (4):

$$\frac{\varpi_A^\beta}{D_{AP}^\alpha} = \frac{\varpi_B^\delta}{D_{BP}^\alpha}, \quad (2)$$

де D_{AP} – довжина відрізка АР;

D_{BP} – довжина відрізка ВР;

ϖ_A, ϖ_B – ваги магазинів А та В, що вибрано пропорційно розмірам торгової площі магазинів А та В;

α – коефіцієнт чутливості характеризує ставлення споживачів, відповідно до величини відстані до магазину;

β, δ – коефіцієнти привабливості магазинів А та В.

У роботі [15] автором запропоновано модель для розрахунку ймовірності приходу покупця з району і в магазин j. За допомогою введеної моделі Льюс [15] розрахував долю споживачів району, яка здійснює покупки в кожному з альтернативних магазинів. Формально ця аксіома може бути представлена виразом (3):

$$P_{ij} = \frac{U_{ij}}{\sum_{k=1}^M U_{ik}} \quad i = 1..N, j = 1..M, \quad (3)$$

P_{ij} – ймовірність того, що покупець з району і прийде в магазин j;

U_{ij} – оцінка привабливості магазину j для покупця з району і;

$\sum_{k=1}^M U_{ik}$ – сума значень оцінок привабливості всіх доступних магазинів для споживача з і району;

N – кількість районів міста;

M – кількість магазинів в дослідженні.

Подальший розвиток моделі Льюса було спрямовано на вдосконалення заходів привабливості магазинів.

Модель Хаффа [16] об'єднує методи, запропоновані Рейлі та Льюїсом. У моделі Хаффа оцінка привабливості магазину j для покупця з району і визначається як відношення розміру торговельної площі магазину j до оцінки витрат часу на дорогу з району і до магазину j. Оцінка витрат часу обчислюється як статична функція від зафіксованого часу поїздки. Показник ступеня λ відображає міру чутливості споживачів до використовуваного часу за допомогою методів регресійного аналізу на основі опитувань споживачів.

Формально визначення привабливості магазину по Хаффу виражається співвідношенням (4):

$$U_{ij} = \frac{S_j}{T_{ij}^\lambda} \quad i = 1..N, j = 1..M, \quad (4)$$

S_j – торгова площа магазину j;

T_{ij} – час проїзду з району і в магазин j;

λ – параметр чутливості споживачів до відстаней.

Ймовірність приходу покупця з району і в магазин j визначається таким співвідношенням (5):

$$P_{ij} = \frac{\frac{S_j}{T_{ij}^\lambda}}{\sum_{j=1}^M \left(\frac{S_j}{T_{ij}^\lambda} \right)} \quad i = 1..N, j = 1..M, \quad (5)$$

де S_j – торгова площа магазину j ;

T_{ij} – час проїзду з району i в магазин j ;

N – кількість районів міста;

M – кількість магазинів в дослідженні;

λ – параметр чутливості до відстаней.

Варто також зазначити, що модель Хаффа почала носити міждисциплінарний характер: – вона використовується для визначення зовнішніх та внутрішніх факторів управління супермаркетами [17–19], визначення місцезнаходження установ здоров'я [18] та шкільної та дошкільної освіти [19], оцінювання міських зелених насаджень [20], в якості допомоги у дослідженні харчових отруень [21], для вирішення задач маршрутизації транспортних засобів у міському просторі [22], для імітаційного моделювання поведінки пацієнта при виборі установи охорони здоров'я [23] тощо.

Метод Наканіші-Купера [24] розвиває підхід Хаффа та відомий серед маркетологів як модель Multiplicative Interactive Choice (MCI). Модель MCI, як і підхід Хаффа, дозволяє визначити ймовірність відвідування покупцем магазину на основі аксіому Льюса, яка описується виразом (3).

Модель MCI має принципову відмінність від підходу Хаффа. Набір параметрів, які описують привабливість магазину, задається в межах проведеного дослідження. Оцінка привабливості у даній моделі обчислюється за допомогою мультиплікативної функції, заданої на значеннях параметрів сприйняття магазину.

Модель МакФаддена [25] (Multinomial Logit Model, MLM), як і модель MCI, розвиває підхід Хаффа та використовує концепцію Льюса (3) про ймовірність вибору магазину на основі його привабливості. Проте в даній моделі МакФаддена оцінка привабливості магазину визначається як експоненціальна функція від значень параметрів привабливості.

При дослідженні ринку із застосуванням моделі МакФаддена залучається значно менше даних, ніж при використанні моделі MCI. Це зумовлено тим, що модель МакФаддена не використовує коефіцієнти чутливості для параметрів привабливості. При реалізації даної моделі досить зібрати думки жителів досліджуваних районів при досліджуваних параметрах привабливості.

Модель Фотерінгема [26] (Competing Destinations Model, CDM), є модифікацією моделі MLM. Як і попередні підходи, модель Фотерінгема використовує аксіому Льюса (3) для обчислення ймовірності приходу покупця з району i в магазин j .

Модель Раства та Донту [27] відрізняється від моделі MLM більш точним способом розрахунку привабливості. Точність моделі збільшується за допомогою застосування розрахованої помилки моделі.

За результатом проведеного аналізу сучасних наукових праць, можливо сказати, що зазначені вище моделі в даний час успішно застосовуються на практиці для оцінки розміру торговельної зони роздрібних магазинів. Проте одним з найважливіших параметрів для будь-якого об'єкта торгівлі є кількість відвідувачів. Цей параметр дозволяє оцінювати ефективність торгових площ у даному місці та прогнозувати результати торгівлі.

Саме тому постає необхідність у розробці гравітаційної моделі, яка на відміну від відомих, дозволила б розраховувати кількість відвідувачів об'єкта торгівлі.

Мета дослідження полягає у прогнозуванні кількості відвідувачів торговельних об'єктів засобами гравітаційного моделювання.

Об'єкт дослідження – об'єкти торгівлі у місті Харкові.

Методи дослідження системного аналізу при аналізі сучасних наукових підходів: у вирішенні задач дослідження; натурних спостережень при визначенні фактичних параметрів відвідування об'єктів торгівлі; емпіричного підходу при визначенні невідомих значень калібрувальних коефіцієнтів й констант.

Викладення основного матеріалу. Розрахунок кількості відвідувачів магазину пропонується здійснити за залежністю (6):

$$Q = a \cdot \sum_{i=1}^k P_i \cdot C_i, \quad (6)$$

де Q – кількість відвідувачів магазину;

P_i – вірогідність приходу в магазин мешканця зони i ;

C_i – кількість мешканців у зоні i ;

a – емпірична константа;

k – кількість певних магазинів, що відповідають умовам віддалення за критерієм L (метри).

$$P_i = \frac{A_i}{\sum_{i=1}^N A_i}, \quad (7)$$

де $i = 1 \dots N$;

N – кількість магазинів навколо зони i , що відповідають умовам віддалення за критерієм L (метри).

$$A_i = \frac{S_i}{L_i^\alpha}, \quad (8)$$

де S_i – площа i -го магазину (m^2);

L_i – віддаленість i -го магазину від центру зони;

α – емпіричний коефіцієнт.

Якщо біля зони мешкання потенційних покупців є лише один магазинів то: $P_i=1$, звідси (6) набуває такого вигляду:

$$Q = a \cdot \sum_{i=1}^k C_i, \quad (9)$$

Для визначення параметрів a було використано натурне спостереження за об'єктами торгівлі, які відповідають визначеним вимогам. Зібрані відомості про параметри Q та C_i зведено у відповідну таблицю 1, чим забезпечено можливість розрахунку a .

Таблиця 1

Визначені параметри функціонування торговельних об'єктів за результатами натурних спостережень

№ з/п	Назва магазину	C_i , чол.	Q дійсні, чол.
1	Location 160 – АТВ (square defenders of Ukraine, 7/8)	17312	4272
2	Location 52 – АТВ (Moscow avenue, 300b)	4706	1249
3	Location 125 – АТВ (Petra Grigorenko ave., 2/146)	4754	986
----	-----	-----	-----
19	Location 249 – АТВ (Druzhby Narodov St., 231a)	5669	1587
20	Location 203 – АТВ (Studencheskaya street, 7)	17087	4784
21	Location 193 – АТВ (Klochkovskaya str., 159)	3576	1001

Розрахункові значення Q при різних a зведено у таблицю 2.

Таблиця 2

Визначені параметри функціонування торговельних об'єктів за результатами натурних спостережень

№ з/п	Назва магазину	Q (чол.)	a				
			0,1	0,2	0,25	0,3	0,4
1	Location 160	4328	55,0 %	19,0 %	-1,3 %	-43,6 %	-62,1 %
2	Location 125	1271	42,4 %	24,6 %	-1,7 %	-13,0 %	-50,7 %
3	Location 20	1093	16,6 %	3,6 %	-10,9 %	51,7 %	-92,9 %
--	--	--	--	--	--	--	--
19	Location 249	4037	59,1 %	28,6 %	8,0 %	-11,6 %	-72,9 %
20	Location 203	1321	59,2 %	8,7 %	16,8 %	-34,1 %	-65,3 %
21	Location 193	4229	59,1 %	12,4 %	11,6 %	-37,2 %	-73,1 %
		$a_{\text{сеп.}}$	43,1 %	21,3 %	6,8 %	15,6 %	62,1 %

Розрахунком $a_{\text{сеп.}}$ визначено, що для міста Харкова a (емпірична константа) для розрахунку Q (кількості відвідувачів магазину) за запропонованою залежністю (9) дорівнює 0,25.

Залишимо (6) з урахуванням залежної (7) та (8):

$$Q = a \cdot \sum_{i=1}^k \frac{S_i}{L_i^\alpha} \cdot C_i, \quad (10)$$

де Q – кількість відвідувачів магазину;

P_i – вірогідність приходу в магазин мешканця зони i ;

C_i – кількість мешканців в зоні i ;

a – емпірична константа;

k – кількість певних магазинів, що відповідають умовам віддалення за критерієм L (метри).

Використовуючи залежність (10) аналогічним способом визначимо значення для α (емпіричний коефіцієнт). Розрахункові значення зведено у таблицю 3.

Приклад результатів проведення розрахунків Q за залежністю (10) для $\alpha=0,86$ наведено у таблиці 3.

Таблиця 3

Розрахунок кількості відвідувачів об'єкта торгівлі при визначених умовах для $\alpha=0,86$

№ з/п	Назва магазину	C_i , (чол.)	A_i	α	P_i , %	a	$Q_{\text{дійсні}}$, (чол.)	Q
1	Location 150	11077	0,62	0,86	0,45	0,28	6318	6634
2	Location 160	17312	1,78	0,86	0,57	0,28	4272	4186
3	Location 177	39768	2,12	0,86	1,00	0,28	11135	11803
---	---	---	---	---	---	---	---	---
41	Location 194	32377	0,86	0,86	0,62	0,28	649	701
$\Delta Q\%_{\text{сеп.}}$								3,7

Проведеними розрахунками визначено, що мінімальне відхилення ($\Delta Q\%_{\text{сеп}}$) розрахункової кількості відвідувачів (Q) від дійсної ($Q_{\text{дійсні}}$) настає за умов значень емпіричного коефіцієнта (α) 0,86.

З викладеного, гіпотеза про можливість проведення розрахунків кількості відвідувачів об'єкта торгівлі із застосуванням гравітаційних підходів підтверджена, а сама модель має вигляд (10).

Висновки:

1. Вперше запропоновано гравітаційну модель, яка на відміну від відомих розраховує кількості відвідувачів об'єкта торгівлі. Використання запропонованої моделі забезпечує отримання значень із похибкою у 3,7 %.

2. Доведено можливість використання запропонованого підходу до визначення значень емпіричного коефіцієнта (α) та емпіричної константи (a).

Список використаної літератури:

1. Доля К.В. Геоінформаційні системи на транспорті : навч. посібник / К.В. Доля, О.С. Доля ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О.М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2018. – 230 с.
2. Доля К.В. Визначення пасажирських кореспонденцій в транспортних системах / К.В. Доля // Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві. – 2017. – № 8. – С. 65–71.
3. Influence of features of the transport network pattern on the haul cycle length between its nodes on the example of the transport network of Ukraine / C.Dolya, S.Lyfenko, S.Nesterenko, K.Vyatkin // Technology audit and production reserves. – 2017. – № 2. – Pp. 54–58.
4. Доля К.В. Щодо застосування гравітаційного моделювання в мережевому аналізі / К.В. Доля, Ю.Ю. Бойко // Комунальне господарство міст. – 2017. – № 139. – С. 98–103.
5. Доля К.В. Визначення пасажирських кореспонденцій в транспортних системах / К.В. Доля // Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві. – 2017. – № 8. – С. 65–70.
6. Dolya C.V. Gravity Model Formalization for Parameter Calculation of Intercity Passenger Transport Correspondence / C.V. Dolya // SCIENCE & TECHNIQUE. – 2017. – № 5. – Pp. 437–443.
7. Доля К. Моделирование транспортных корреспонденций / К.Доля, I.Бугайов // Молодий вчений. – 2017. – № 3. – С. 725–728.
8. Доля К.В. Вплив фактору сезонності на пасажирські кореспонденції / К.В. Доля // Сталый розвиток міст (містобудівний аспект) : матеріали міжнар. наук.-практ. конф., Харків. – листопад, 2017. – С. 119–121.
9. Доля К.В. Формализация гравитационной модели для расчета параметров междугородних пассажирских корреспонденций / К.В. Доля // Наука и техника. – 2017. – № 5. – С. 437–443.
10. Christaller W. Central Places in Southern Germany / W.Christaller. – Englewood Cliffs, 1967. – 230 p.
11. Lasch A. The Economics of Location / A.Lasch. – New Haven, 1954.
12. Reilly W.J. The Law of Retail Gravitation / W.J. Reilly. – New York, 1931.
13. Converse P.D. New Laws of Retail Gravitation / P.D. Converse // Journal of Marketing. – 1949. – № 14. – Pp. 94–102.
14. Batty M. Reilly's Challenge: New Laws of Retail Gravitation Which Define Systems of Central Places / M.Batty // Environment and Planning. – 1978. – № 10. – Pp. 185–219.
15. Luce R. Individual Choice Behaviour / R.Luce. – New York : John Wiley & Sons, 1959.
16. Huff D. Defining and estimating a trade area squares approach / D.Huff // Journal of Marketing Research. – 1964. – Pp. 34–38.
17. Dolya C. Investigation of approaches to modeling of intercity passenger transportation system / C.Dolya, A.Botsman, V.Kozhyna // Technology audit and production reserves. – 2017. – № 2. – Pp. 24–28.

18. Zhang Y. Designing a retail store network with strategic pricing in a competitive environment / *Y.Zhang* // *International Journal of Production Economics*. – 2015. – № 159. – Pp. 265–273.
19. Chebat J. The effects of mall renovation on shopping values, satisfaction and spending behaviour / *J.Chebat, R.Michon, N.Haj-Salem* // *Journal of Retailing and Consumer Services*. – 2014. – № 21. – Pp. 610–618.
20. Sevtsuk A. Location and Agglomeration: The Distribution of Retail and Food Businesses in Dense Urban Environments / *A.Sevtsuk* // *Journal of Planning Education and Research*. – 2014. – № 34 (3). – Pp. 374–393.
21. Luo J. Integrating the huff model and floating catchment area methods to analyze spatial access to healthcare services / *J.Luo* // *Transactions in GIS*. – 2014. – № 3. – Pp. 436–448.
22. Muller S. A multiperiod school location planning approach with free school choice / *S.Muller, K.Haase, S.Kless* // *Environment and Planning*. – 2009. – № 41 (12). – Pp. 2929–2945.
23. Tong Z. Comparison of partitioning methods for estimating the layout of green spaces / *Z.Tong* // *19th International Conference on Computer-Aided Architectural Design Research in Asia – Rethinking Comprehensive Design: Speculative Counterculture, CAADRIA 2014*. – Kyoto, Japan. – (17 May) 2014. – Pp. 873–882.
24. Nakanishi M. Parameter Estimate for multiplicative Interactive Choice Model: Least Squares Approach / *M.Nakanishi, L.G. Cooper* // *Journal of Marketing Research*. – 1974. – Pp. 303–311.
25. McFadden D. Conditional Logit Analysis of Qualitative Choice Behaviour / *D.McFadden* // *Frontiers in Econometrics*. – 1974. – Pp. 105–142.
26. Fotheringham A.S. A New Set of Spatial Interaction Models: The Theory of Competing Destinations / *A.S. Fotheringham* // *Environment and Planning*. – 1983. – Pp. 15–36.
27. Rust R.T. Capturing Geographically Localized Misspecification Error in Retail Store Choice Models / *R.T. Rust, N.Donthu* // *Journal of Marketing Research*. – 1995. – Pp. 103–110.

References:

1. Dolja, K.V. and Dolja, O.Je. (2018), *Geoinformacijni systemy na transporti*, Harkiv. nac. un-t mis'k. gosp-va im. O.M. Beketova, Harkiv, 230 p.
2. Dolja, K.V. (2017), «Vyznachennja pasazhyrs'kyh korespondencij v transportnyh systemah», *Suchasni tehnologii ta metody rozrahunkiv u budivnyctvi*, No. 8, pp. 65–71.
3. Dolya, C., Lyfenko, S., Nesterenko, S. and Vyatkin, K. (2017), «Influence of features of the transport network pattern on the haul cycle length between its nodes on the example of the transport network of Ukraine», *Technology audit and production reserves*, No. 2, pp. 54–58.
4. Dolya, C.V. (2017), «Gravity Model Formalization for Parameter Calculation of Intercity Passenger Transport Correspondence», *SCIENCE & TECHNIQUE*, No. 5, pp. 437–443.
5. Dolja, K.V. (2017), «Vyznachennja pasazhyrs'kyh korespondencij v transportnyh systemah», *Suchasni tehnologii ta metody rozrahunkiv u budivnyctvi*, No. 8, pp. 65–70.
6. Dolya, C.V. (2017), «Gravity Model Formalization for Parameter Calculation of Intercity Passenger Transport Correspondence», *SCIENCE & TECHNIQUE*, No. 5, pp. 437–443.
7. Dolja, K. and Bugajov, I. (2017), «Modelirovanie transportnyh korespondencij», *Molodij vchenij*, No. 3, pp. 725–728.
8. Dolja, K.V. (2017), «Vplyv faktorov sezonnosti na pasazhyrs'ki korespondencii», *Stalyj rozvytok mist (mistobudivnyj aspekt)*, materialy mizhnar. nauk.-prakt. konf., vid lystopada, Harkiv, pp. 119–121.
9. Dolja, K.V. (2017), «Formalizacija gravitacionnoj modeli dlja rascheta parametrov mezhdugorodnih passazhirskih korespondencij», *Nauka i tehnika*, No. 5, pp. 437–443.
10. Christaller, W. (1967), *Central Places in Southern Germany*, Englewood Cliffs, 230 p.
11. Lasch, A. (1954), *The Economics of Location*, New Haven, 1954.
12. Reilly, W.J. (1931), *The Law of Retail Gravitation*, New York.
13. Converse, P.D. (1949), «New Laws of Retail Gravitation», *Journal of Marketing*, No. 14, pp. 94–102.
14. Batty, M. (1978), «Reilly's Challenge: New Laws of Retail Gravitation Which Define Systems of Central Places», *Environment and Planning*, No. 10, pp. 185–219.
15. Luce, R. (1959), *Individual Choice Behaviour*, John Wiley & Sons, New York.
16. Huff, D. (1964), «Defining and estimating a trade area squares approach», *Journal of Marketing Research*, pp. 34–38.
17. Dolya, C., Botsman, A. and Kozhyna, V. (2017), «Investigation of approaches to modeling of intercity passenger transportation system», *Technology audit and production reserves*, No. 2, pp. 24–28.
18. Zhang, Y. (2015), «Designing a retail store network with strategic pricing in a competitive environment», *International Journal of Production Economics*, No. 159, pp. 265–273.
19. Chebat, J., Michon, R. and Haj-Salem, N. (2014), «The effects of mall renovation on shopping values, satisfaction and spending behaviour», *Journal of Retailing and Consumer Services*, No. 21, pp. 610–618.
20. Sevtsuk, A. (2014), «Location and Agglomeration: The Distribution of Retail and Food Businesses in Dense Urban Environments», *Journal of Planning Education and Research*, No. 34 (3), pp. 374–393.
21. Luo, J. (2014), «Integrating the huff model and floating catchment area methods to analyze spatial access to healthcare services», *Transactions in GIS*, No. 3, pp. 436–448.
22. Muller, S., Haase, K. and Kless, S. (2009), «A multiperiod school location planning approach with free school choice», *Environment and Planning*, No. 41 (12), pp. 2929–2945.
23. Tong, Z. (2014), «Comparison of partitioning methods for estimating the layout of green spaces», *19th International Conference on Computer-Aided Architectural Design Research in Asia – Rethinking Comprehensive Design: Speculative Counterculture, CAADRIA*, from 17 May, Kyoto, Japan, pp. 873–882.
24. Nakanishi, M. and Cooper, L.G. (1974), «Parameter Estimate for multiplicative Interactive Choice Model: Least Squares Approach», *Journal of Marketing Research*, pp. 303–311.

25. McFadden, D. (1974), «Conditional Logit Analysis of Qualitative Choice Behaviour», *Frontiers in Econometrics*, pp. 105–142.
26. Fotheringham, A.S. (1983), «A New Set of Spatial Interaction Models: The Theory of Competing Destinations», *Environment and Planning*, pp. 15–36.
27. Rust, R.T. and Donthu, N. (1995), «Capturing Geographically Localized Misspecification Error in Retail Store Choice Models», *Journal of Marketing Research*, pp. 103–110.

Боцман Анастасія Олексіївна – кафедра транспортних систем та логістики Харківського національного університету міського господарства ім. О.М. Бекетова.

Наукові інтереси:

– транспортні системи.

Тел.: (095) 524–26–92.

E-mail: botsman.nastya@gmail.com.

Доля Костянтин Вікторович – кандидат технічних наук кафедри геоінформаційних систем, оцінки землі та нерухомого майна Харківського національного університету міського господарства ім. О.М. Бекетова.

Наукові інтереси:

– транспортні системи.

Тел.: (099) 291–81–60.

E-mail: c.dolya@ukr.net.

Доля Олена Євгенівна – кандидат технічних наук Харківського національного університету міського господарства ім. О.М. Бекетова.

Наукові інтереси:

– транспортні системи.

Тел.: (099) 291–81–60.

E-mail: c.dolya@ukr.net.

Лифенко Сергій Едуардович – кафедра транспортних систем та логістики Харківського національного університету міського господарства ім. О.М. Бекетова.

Наукові інтереси:

– транспортні системи.

Тел.: (099) 038–11–14.

E-mail: sergiilyfenko@ukr.net.

Стаття надійшла до редакції 11.04.2018.